

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Konetekniikan koulutusohjelma

Kone- ja laiteautomaatio

Tutkintotyö

Jyri Roth

## **KUNTOTESTILAITTEISTON KÄYTTÖÖNOTTO**

Työn ohjaaja  
Työn teettäjä  
Tampere

Lehtori Kari Järvinen  
Metso Paper Valkeakoski Oy, valvojana Jari Harju  
2005

TAMPERE POLYTECHNIC

Machine technic

Machine automation

Roth, Jyri

Engineering Thesis

Thesis Supervisor

Commissioning Company

May 2005

Keywords

Implementation of Condition Tester

Järvinen Kari

Metso Paper Valkeakoski Oy, Supervisor Harju Jari

refiner, pulp, sensor

## ABSTRACT

Subject of this thesis is to describe a condition tester for stock preparation line equipment in paper mill. The purpose of this thesis is to give reader an understanding that what kind of measurements can be done and what kind of machines can be tested.

Special characteristic of this measurement system is that tests are done without machine disassembling. This measurement system is ment to measure several different machines in pulp line, but in this thesis is only a low consistency refiner.

In the beginning if the thesis is a short briefing about refiner's structure and functions.

Next there is introduction of measurement systems structure.

There is also informed that what kind of variables are measured and why these variables are important.

This thesis do not introduce analyzing of measurement results and what kind of components are used in measurement system. There is a short briefing of measurement progression but not any of measurement results. There are also some problems which were revealed in implementation

In the future there will be a lot of usage for this application because there has not been this kind of application available before.

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Konetekniikka

Koneautomaatio

Roth, Jyri

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Toukokuu 2005

Hakusanat

Kuntotestilaitteiston käyttöönotto

Järvinen Kari

Metso Paper Valkeakoski Oy, Valvoja Harju Jari

jauhin, massa, anturi

## TIIVISTELMÄ

Tämän insinööriyön aiheena on paperitehtaiden massankäsittelylaitteiden kuntotestilaitteiston käyttöönoton ja toiminnan esittely. Työn tavoite on saada lukija ymmärtämään mitä suureita mitataan ja millaiselle laiteille kuntotestilaitteisto on tarkoitettu.

Tämän testilaitteiston erityispiirre on se, että mittauksen kohdetta ei tarvitse purkaa ja testauksen voi suorittaa ilman pitkiä seisokkeja tai pysähdyksiä. Laitteistolla voidaan testata useita paperitehtaan tuotantolinjan osia ja tässä työssä esitellään vain yksi mahdollisuus eli laimeamassajauhin.

Tutkintotyössä on esitelty lyhyesti laimeamassajauhimen rakennetta ja toimintaa, jotta ymmärretään millainen mittausten kohde esimerkiksi on.. Tämän jälkeen esitellään mittalaitteiston rakenne. Kerrotaan mitä sillä voidaan mitata ja miksi juuri näillä mittauksilla on merkitystä. Työssä ei käsitellä mittaustulosten analysointia eikä esitellä tarkemmin laitteiston komponentteja. Mittausten eteneminen esitellään lyhyesti, mutta mittaustuloksia ei esitetä. Työssä käsitellään myös käyttöönotossa ilmenneitä ongelmia.

Tulevaisuudessa tällä laitteistolla on todennäköisesti paljon kysyntää, koska tällaista laitteistoa ja palvelua ei ole aikaisemmin ollut saatavilla.

## SISÄLLYSLUETTELO

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

### SISÄLLYSLUETTELO

#### 1 JOHDANTO

#### 2 LAIMEAMASSAJAUHIMET

##### 2.1 Yleistä

##### 2.2 Akselisto

##### 2.3 Terät

##### 2.4 Kuormituslaite

##### 2.5 Akselitiivisteet

##### 2.6 Runko ja syöttöpääty

#### 3 MITTALAITTEISTO

##### 3.1 Kokoonpano

##### 3.2 Keskusyksikkö CP1

##### 3.3 Sähkönsyöttöyksikkö CP2

##### 3.4 Asemamittausyksikkö CP3

##### 3.5 Mittapalkki

##### 3.6 Ulkoiset anturit ja mittaukset

###### 3.6.1 Roottorin asema

###### 3.6.2 Radiaalilaakereiden lämpötila

###### 3.6.3 Massan paine

###### 3.6.4 Päämoottorin teho

###### 3.6.5 Massan virtaus

###### 3.6.6 Massan syöttösakeus

#### 4 KUNTOTESTIT

##### 4.1 Yleistä

##### 4.2 Testiajo

##### 4.3 Öljypumpun virta

##### 4.4 Tyhjäkäyntiajo

##### 4.5 Tuotantoajo

##### 4.6 Säädön toiminta

#### 5 KÄYTTÖÖNOTTO

##### 5.1 Yleistä

##### 5.2 Ongelmat

#### 6 ANALYSOINTI

#### 7 YHTEENVETO

#### LÄHDELUETTELO

#### LIITTEET

4
5
5
5
5
6
6
7
8
8
9
9
9
10
11
12
12
12
13
13
14
14
14
15
15
16
17
18
19
20
21
21
21
22
22
23

## 1 JOHDANTO

Metso Paper Valkeakoski Oy on kehittänyt laitteiston, jolla voidaan analysoida esimerkiksi matalasakeusjauhimen kunto purkamatta sitä, eikä tuotantoa tarvitse pysäyttää mittausten ajaksi. Mittalaitteistoa voidaan käyttää myös kuiduttimien tai dispersgaattorien kunnan määrittämiseen. Tässä työssä on otettu esimerkiksi matalasakeusjauhimet, ja kerrotaan niiden toiminnasta ja rakenteesta, jotta voitaisiin ymmärtää mittalaitteiston toimintaa. Työn pääaihe on esitellä tämän laitteiston toiminta ja rakenne. Työstä käy myös ilmi, miksi tämä tuote on erittäin käytännöllinen ja nopea käyttää. Työssä ei esitellä mittalaitteiston piirikaaviota eikä komponenttien tyyppejä. Tulosten analysointiin perehdytään vain pintapuolisesti. Työssä käydään myös läpi käyttöönottoa ja sen ongelmia. Tämän raportin on tarkoitus tutustuttaa lukija laitteen mahdollisuuksiin ja toimintaan. Tarkoitus ei ole perehtyä tarkoin massajauhimen toimintaan ja rakenteeseen.

## 2 LAIMEAMASSAJAUHIMET

### 2.1 Yleistä

Laimeamassajauhimet voidaan jakaa kahteen päätyyppiin: levy- ja kartiojauhimiin. Työssä on käytetty esimerkikohteina Conflo-/Optifiner tyyppisiä kartiojauhimia. Kartiojauhimet voidaan jakaa seitsemään eri kokoluokkaan (RF00-RF5). Kaikki niistä toimivat samojen periaatteiden mukaan, ja jauhimen koko määrittelee tuotantokapasiteetin. Jauhimet on tarkoitettu sellumassan jauhamiseen. Massaa jauhetaan, jotta siitä valmistettavan paperin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa halutusti. Esimerkiksi paperin lujuus, valo-ominaisuudet ja karkeus riippuvat suuresti jauhatuksen määrästä ja käytetystä jauhatustehosta. /1/ Metson käyttämään laimeamassajauhimeen kuuluvat seuraavat pääosat: akselisto, terät, kuormituslaite, akselitiiviste, runko ja syöttöpääty. /2/

Alla olevassa kuvassa (kuva 1) on jauhin ilman teriä ja syöttöpäätä. Kuva 1



Laimeamassajauhin ilman teriä ja syöttöpäätä.

## 2.2 Akselisto

Akselisto koostuu pääosin kolmesta suuresta laakerista, akselistasta, voitelujärjestelmästä ja rungosta. Akseliston tehtävä on siirtää haluttu teho päämoottorilta terille.

Kaikissa eri kokoluokan jauhimissa on erilainen akselisto. Niiden erot näkyvät koossa ja laakereiden voitelumenetelmissä. Pienissä akselistoissa voitelu on toteutettu rasvalla, jota laitetaan akseliston sisään voitelunipoista. Suurissa akselistoissa voitelu tapahtuu kiertovoitelulla eli akseliston sisällä kiertää öljy, joka voitelee laakerit. /2/

Alla olevassa kuvassa (kuva 2) on jauhimen akselisto.



Kuva 2 jauhimen akselisto.

## 2.3 Terät

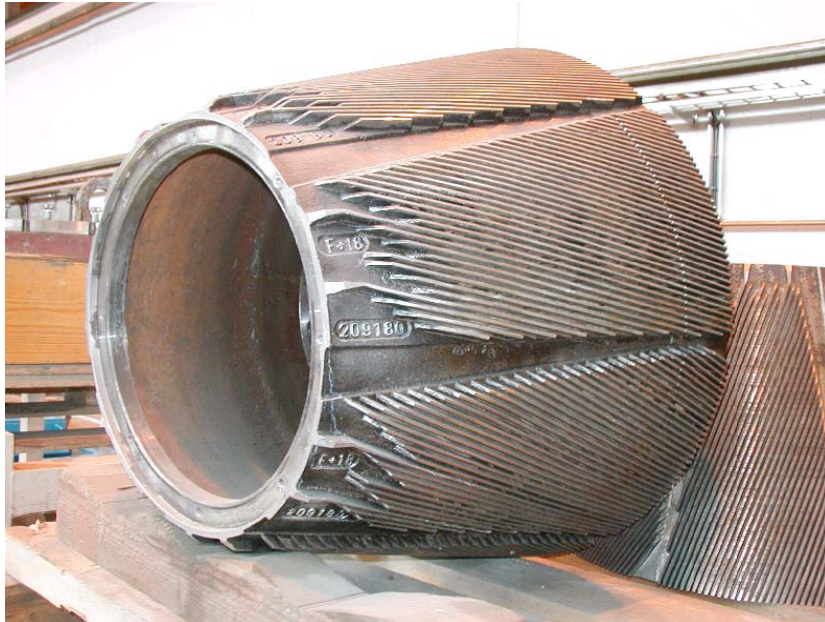
Terät koostuvat kahdesta osasta staattorista ja roottorista. Jauhettaessa staattori pysyy paikoillaan ja roottori pyörii halutulla nopeudella ja halutulla etäisyydellä staattorista riippuen siitä, millaista massaa halutaan valmistaa. Teriä on pääosin kahden tyyppisiä, pumppaavia ja ei-pumppaavia. Pumppaavat terät lisäävät jauhettavan massan painetta ja vähentävät jauhatustehon tarvetta. Ei-pumppaavat terät kuluttavat enemmän tehoa ja painehäviö on suurempi, mutta jarruttavilla terillä saadaan aikaiseksi suurempi muutos massan ominaisuuksissa.

Terät valmistetaan metalliseoksesta, jonka kulutuskestävyys on erittäin suuri. Jauhatusterien elinikä on erittäin vaihteleva. Esimerkiksi parhaimmillaan terät voivat kulua loppuun jo muutamassa päivässä, jos niitä käytetään kierrätyspaperin jauhamiseen. Kierrätyspaperi sisältää usein paljon siihen kuulumattomia materiaaleja kuten hiekkaa. Tämä vähentää terien elinikää radikaalisti.

Toinen ääripää taas ovat terät, joita käytetään jauhatuksen kannalta helppojen puumateriaalien kuten männyn jauhamiseen.

Tällöin terien elinikä saattaa olla jopa vuosia. Roottoriteritys voidaan tehdä joko yhtenä kappaleena tai useana segmenttinä riippuen roottorin koosta.

Alla olevassa kuvassa (kuva 3) on jauhimen terien roottori.



Kuva 3 Roottori.

## 2.4 Kuormituslaite

Kuormituslaitteen tehtävä on siirtää akselistoa ja samalla roottoriteriä joko lähemmäksi tai kauemmaksi staattorin teristä. Näin on helppo vaikuttaa teräväliin ja samalla massassa tapahtuvaan muutokseen. Teräväli tarkoittaa sitä, kuinka suuresta välistä kuidut menevät jauhettaessa. Kuormituslaitetta tarvitaan, koska akselisto ja terät ovat erittäin painavia, ja niiden liikettä on pystyttävä hallitsemaan erittäin tarkasti. Kuormituslaite toimii myös suurivälityksellisenä vaihteena, joka muuttaa kuormituslaitteen moottorin pyörimisliikkeen akseliston etenemisliikkeeksi ja saa aikaan suuren jauhatuksessa tarvittavan työntövoiman. Kuormituslaite sisältää myös murto- tai kitkakytkimen, jonka tehtävä on estää akseliston liike akseliston jumiutuessa.

Kytkimet eroavat toiminnaltaan toisistaan: murtokytken tapit katkeavat vikatilassa ja kitkakytkin luistaa vikatilassa. Kitkakytkin on vian poistuttua heti käyttökunnossa, murtokytken taas vaatii tappien vaihtamisen.

Alla olevassa kuvassa (kuva 4) on kuormituslaite kitkakytkimellä.



Kuva 4 Kuormituslaite kitkakytkimellä.



## 2.5 Akselitiivisteet

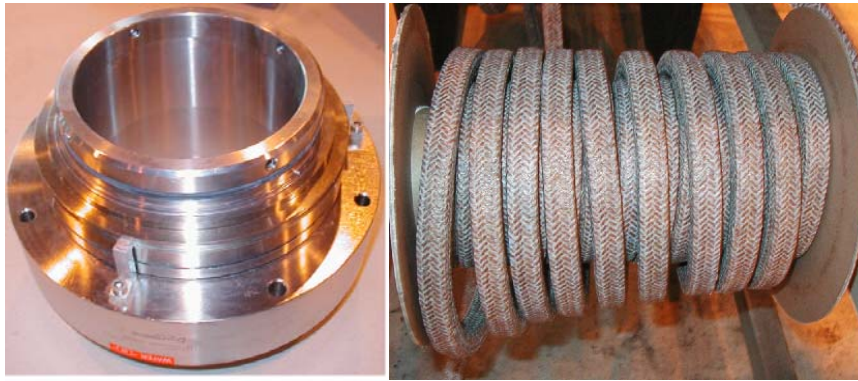
Akselitiivisteitä on kahden tyyppisiä: liukurengastiiviste ja punostiiviste.

Molempien tiivistetyyppien tehtävä on estää massan pääsy akselistoon ja jauhimen muihin osiin.

Liukurengastiiviste on akselille tuleva ”laakeri”, jonka läpi johdetaan vettä, ja veden paine tiivistää akselin ja tiivisteen välin.

Tämän jälkeen vesi johdetaan takaisin vesijärjestelmään.

Punostiiviste toimii muuten samalla tavalla kuin liukurengastiiviste, mutta siinä ei ole vedelle erillistä paluuta vaan, se valuu vapaasti ulos. Alla olevassa kuvassa (kuva 5) on liukurengastiiviste ja punostiivisteiden punos.



Kuva 5 Liukurengastiiviste ja punostiivisteiden punos.

## 2.6 Runko ja syöttöpääty

Runko toimii kiinnityspisteenä kaikille jauhimen osille.

Jauhettaessa massaa on käytössä suuria tehoja, ja jauhimen päämoottorin koko voi olla jopa 3 megawattia. Tästä syystä on laitteiston rungon oltava erittäin tukeva ja kestävä.

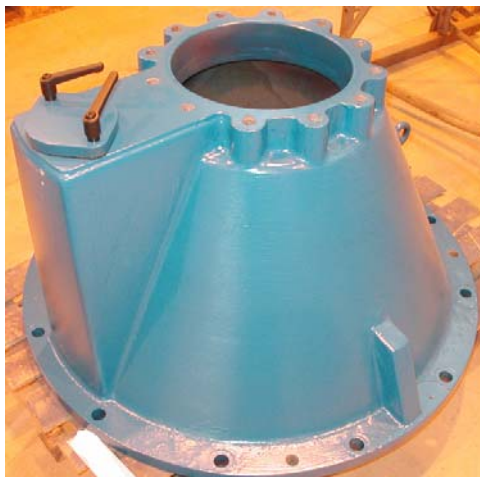
Runko kiinnitetään valettuun betonijalustaan.

Suurten jauhinten betonijalustan alle laitetaan kumivaimennus.

Näin estetään jauhimessa syntyvän värähtelyn siirtyminen muihin rakenteisiin.

Syöttöpääty on se laitteiston osa, johon jauhimen staattori kiinnitetään.

Alla olevassa kuvassa (kuva 6) on jauhimen syöttöpääty.



Kuva 6 Syöttöpääty



## 3 MITTALAITTEISTO

### 3.1 Kokoonpano

Mittalaitteisto on rakennettu siten, että sitä on helppo kuljettaa.

Laitteisto kuljetetaan asiakastehtaalte esimerkiksi henkilöautolla. Laitteisto on rakennettu mekaanisesti kestäviin ja vedenpitäviin kuljetuslaatikoihin. Kuljetuslaatikot on varustettu pyörillä.

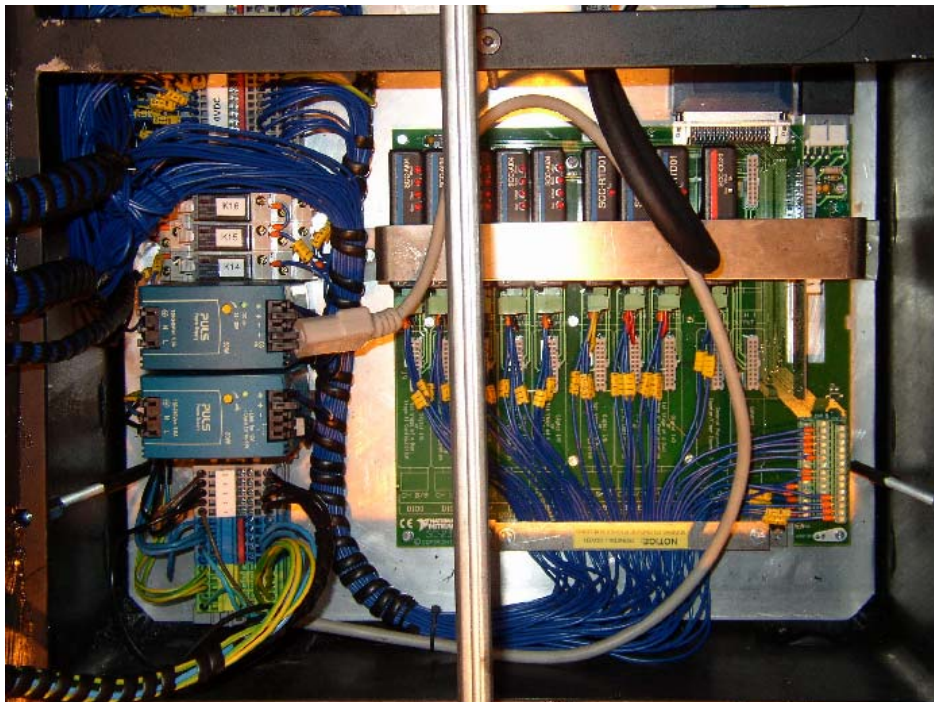
Mittalaitteisto koostuu neljästä erillisestä yksiköstä: keskusyksikkö CP1, sähkösyöttöyksikkö CP2, asemamittausyksikkö CP3 ja mittapalkki. Yksiköt liitetään toisiinsa kaapeleilla, jotka on varustettu erikois-liittimillä. Järjestelmä saadaan nopeasti käyttökuntoon. Liitteessä 1 on periaatekuva mittalaitteistosta.

### 3.2 Keskusyksikkö CP1

CP1 on koko laitteiston keskus. Se sisältää seuraavat komponentit: paneelitietokone, mittakortti, liitäntäyksiköiden asennuslevy, jännitetuloyksiköitä, RTD tuloyksiköitä, virtalähtöyksikkö, galvaanisia erottimia ja puolijohdereleitä. Kaikki edellä mainitut komponentit ovat mittasignaalien vastaanottamista ja muuntamista varten. Kotelo sisältää myös kaksi muuntajaa (12V ja 24V) antureiden syöttöjännitteitä varten.

CP1 on mittaus- ja analysointijärjestelmä. Kaikki mitta- ja ohjaussignaalit päätyvät siihen. Siellä mittasignaalit muunnetaan ihmisen ymmärtämään muotoon. Signaalien muuntamisen jälkeen ne tallennetaan järjestelmään ja aloitetaan niiden tulkinta/analysointi mahdollisten mitattavan kohteen vikojen löytämiseksi.

Alla olevassa kuvassa (kuva 7) on CP1-yksikkö sisäpuolelta kuvattuna. Alla olevassa kuvassa (kuva 8) on CP1-yksikkö ulkopuolelta kuvattuna.



Kuva 7 CP1 sisäpuolelta.



Kuva 8 CP1 ulkopuolelta.

### 3.3 Sähkönsyöttöyksikkö CP2

CP2 yksikkö on koko järjestelmän sähkönsyöttöä varten.

Yksikölle tuodaan 3~ pistorasiasta sähkö, ja se jaetaan muulle laitteistolle.

Kotelo sisältää invertterin, /2/ jolla ohjataan kuormituslaitteen ja öljypumpun moottoreita vuorotellen. Invertteriä ohjataan CP1:stä tulevilla ohjaussignaaleilla. Invertterin virtamittasignaali johdetaan CP1:seen.

CP2 sisältää 2 automaattisulaketta. Näillä sulakkeilla suojataan yksikön sisäistä virtapiiriä ja kotelon kyljessä olevia 1-vaihe pistorasioita (kuva 11). Kotelon kyljessä olevalla vääntökytkimellä valitaan invertteriin kytketyn moottorin suojaukseen sopiva moottorinsuojakytkin. Päävirran kytkentä moottorinsuojakytkimille tapahtuu kontaktoreiden avulla. Kotelossa on kolme moottorinsuojakytkintä ja kontaktoria. Kuvassa 10 on CP2 sisäpuolelta kuvattuna ja kuvassa 11 ulkopuolelta kuvattuna.



Kuva 10 CP2 sisäpuolelta.



Kuva 11 CP2 ulkopuolelta.

### 3.4 Asemamittausyksikkö CP3

CP3-yksikkö sisältää seuraavat kalusteet: paneelinäyttö, hätä-seis-painike, 2 vääntökytkintä, merkkilamppu ja merkkilamppu kuittauspainike. Roottorin asema-anturin signaali kulkee CP3-kotelon läpi CP1:een. CP3:een sijoitettu paneelinäyttö on kytketty samaan virtapiiriin mittalaitteiston kanssa. Roottorin asema on luettavissa paneelinäytöltä, vaikka mittalaitteistossa olisi vika. Hätä-seis painikkeella voidaan pysäyttää testiajo, mikäli järjestelmä ajaa teriä liian lähelle toisiaan. Toisella kytkimestä valitaan kuormituslaitteen moottorin pyörimissuunta ja toisella se, käytetäänkö asiakkaan ohjausta vai ohjataan kuormituslaitteen moottoria mittausjärjestelmällä. Painikkeellinen merkkilamppu syttyy mikäli moottorinsuoja laukeaa tai invertterissä on toimintahäiriö. Järjestelmä saadaan takaisin toimintakuntoon vian poistuttua painamalla keltaista kuittauspainiketta.

Kuvassa 12 on CP3-yksikkö ilman suunnanvaihtokytkintä.



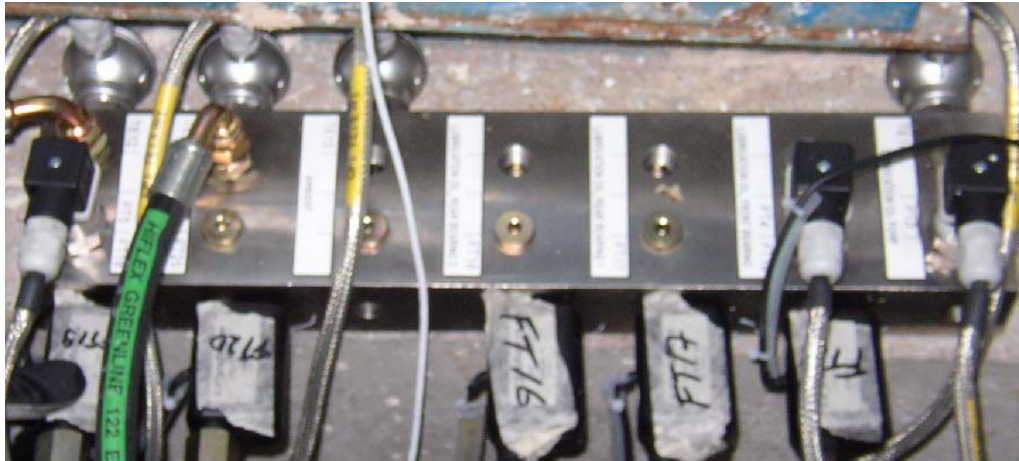
Kuva 12 CP3 ilman suunnanvaihtokytkintä.



### 3.5 Mittapalkki

Mittaukset on kiinnitetty erilliseen palkkiin, koska on huomattavasti helpompi käsitellä suurta määrää kaapeleita ja letkuja kiinteästi samassa palkissa. Mittapalkki on myös helpompi kiinnittää kuin suuri määrä antureita ja prosessiyhteitä. Palkki sisältää viisi virtauslähetintä, kolme painelähetintä ja neljä lämpötila-anturia. Voiteluöljylle tehdään seuraavat mittaukset: paine ennen ja jälkeen suodattimen, lämpötila ennen suodatinta ja kaikkien laakereiden virtaus erikseen. Mikäli akselisto on rasvavoideltu, ei edellä mainittuja mittauksia tarvita. Tiivistevedelle tehdään seuraavat mittaukset: paine sisään, lämpötila sisään, lämpötila ulos, virtaus sisään ja virtaus ulos. Mikäli jauhimessa on punostiiviste, ovat mittaukset tiivisteveden lämpötila ulos ja virtaus ulos tarpeettomia. Mittapalkilla mitataan myös ympäristön lämpötila.

Kuvassa 13 on mittapalkki antureineen.



Kuva 13 Mittapalkki antureineen.

### 3.6 Ulkoiset anturit ja mittaukset

Järjestelmä sisältää myös ns. ulkoisia antureita, jotka eivät ole kiinteästi mittalaitteistossa kiinni. Nämä anturit ovat joko mukana kuljetettavia irrallisia antureita tai tehtaan järjestelmässä jo valmiiksi olevia antureita tai mittalaitteita. Seuraavassa esitellään ne ulkoiset anturit ja tehtaan automaatiojärjestelmän mittaukset, joita tarvitaan matalasakeusjauhien kunnan analysoimiseen.

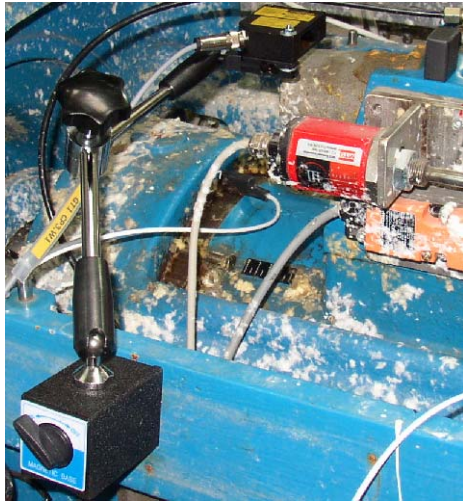
#### 3.6.1 Roottorin asema

Roottorin asema-anturi on erittäin tarkka optinen lähestymisanturi.

Sen mittatarkkuus on noin 0,01mm. Mittaus toteutetaan kiinnittämällä anturi hydraulisen magneettikiinnitteisen käsivarren avulla jauhimen runkoon. Anturin vastakappaleena toimii mattapintainen magneetti, joka kiinnitetään akseliston päälle.

Anturin molempien osien täytyy olla magneettikiinnitteisiä, koska jauhimet ovat erikokoisia ja olisi mahdotonta suunnitella kiinteitä kiinnikkeitä, jotka sopisivat kaikkiin jauhinmalleihin. Anturilta saatu mittatieto johdetaan CP3:n kautta CP1-yksikölle tallennusta ja analysointia varten. Mittausta käytetään roottorin aseman ja liikenoisuuden määrittämiseen.

Kuvassa 14 (kuva 14) on anturi mittaamassa akseliston siirtymää.

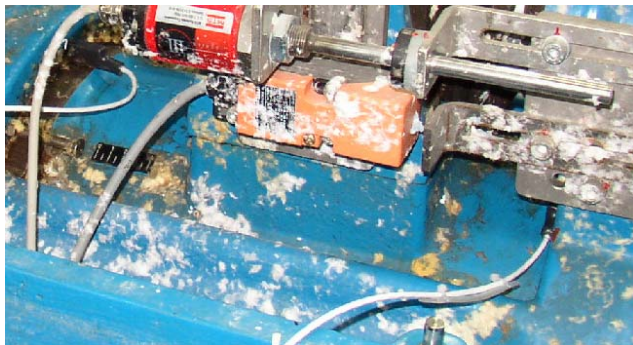


Kuva 14 Roottorin asema-anturi mittaamassa

### 3.6.2 Radiaalilaakereiden lämpötila

Järjestelmään kuuluu kaksi irrallista lämpötila-anturia. Niiden tarkoitus on mitata radiaalilaakereiden tuottama lämpö akseliston ulkopuolelta. Anturit kiinnitetään magneeteilla, koska niiden mittauspaikka vaihtelee jauhimen mallin mukaan. Mittasignaali johdetaan CP1-yksikölle.

Kuvassa 15 ovat lämpöanturit mittaamassa lämpötilaa.



Kuva 15 Lämpöanturit mittaamassa laakereiden lämpötilaa.

### 3.6.3 Massan paine

Paperitehtaiden laimeamassajauhimet sisältävät yleensä painemittauksen massalle ennen ja jälkeen jauhimen. Tämä on tärkeä tieto analyysiä tehdessä. Massa kulkee paksuissa metalliputkissa, joten on mahdotonta saada nopeasti asennettua ulkoista anturia mittaamaan painetta. Tämän vuoksi mittalaitteisto kytketään samaan virtapiiriin tehtaan automaatiojärjestelmän kanssa. Koska tehtaiden automaatiojärjestelmät on usein mitoitettu vain niissä oleville antureille, täytyy CP1:n mittakortti erottaa galvaanisesti tehtaan järjestelmästä. CP1 sisältää galvaaniset erottimet tähän tarkoitukseen, joten se ei kuormita tehtaan järjestelmää liikaa. /6/

### 3.6.4 Päämoottorin teho

Jauhimen päämoottorit ovat lähes poikkeuksetta suurjännitemoottoreita, joten kentällä tapahtuva mittaus ei ole turvallisuuden kannalta mahdollista. Moottorilähdössä on poikkeuksetta virtamuuntaja virtamittauksia varten, ja siellä signaalin voisi kytkeä mittalaitteistoon. Käytännön syistä sitä ei kuitenkaan tehdä, koska moottorikeskus voi olla jopa 100 metrin päässä jauhimesta. Mittatieto tarvitaan joka tapauksessa, joten se tarkistetaan tehtaan järjestelmästä ja syötetään CP1-yksikköön manuaalisesti.

### 3.6.5 Massan virtaus

Useasti massalinjan virtausmittaus on massasäiliön lähetyvillä eli jopa 100metrin päässä jauhimesta. Tämä estää mittalaitteiston kytkemisen yhteen tehtaan automaatiojärjestelmän kanssa, joten mittatieto syötetään manuaalisesti CP1-yksikköön.

### 3.6.6 Massan syöttösakeus

Tässä työssä on otettu tarkastelun kohteeksi laimeamassajauhimet.

Laimeamassajauhinten syöttösakeus on yleensä 2–6 % . /3/

Myös massan sakeuden mittaava anturi on yleensä sijoitettu massasäiliön läheisyyteen.

Mittaus tarvitaan kuitenkin tuotannon määrittämiseksi, joten se syötetään CP1-yksikköön manuaalisesti.

Alla olevassa kuvassa (kuva 16) on koko järjestelmä kytkettynä mittaamaan.



Kuva 16 Koko järjestelmä kytkettynä mittaamaan.



## 4 KUNTOTESTIT

### 4.1 Yleistä

Mittalaitteistolla suoritetaan viisi erilaista mittausta: testiajo, öljypumpun virta, tyhjäkäyntiajo, tuotantoajo ja säädön toiminta.

CP1-yksiköllä tapahtuva mittauksien analysointi ja tallentaminen tehdään tähän tarkoitukseen kehitetyllä ohjelmalla.

Alla olevassa kuvassa (kuva 17) on mittausohjelman päänäyttö. Tästä näytöstä valitaan jauhintyyppi, tiivistetyyppi, täytetään asiakkaan tiedot, asetetaan jauh- ja perusasetukset kohdalleen. Jauhinasetuksiin määritellään jauhinkohtaiset parametrit. Esim. liikerajat roottorille ja MIN/MAX-arvot mittauksille. Perusasetuksiin määritellään kaikille viidelle testille asetukset, ja nämä asetukset ovat samat jauhintyyppistä riippumatta. Liitteessä 2 on kuva jauhinasetuksista ja liitteissä 3-9 on kuvat perusasetuksista.

Ohjelma sisältää viisi erilaista testivaihetta: testiajo, öljypumpun virta, tyhjäkäyntiajo, tuotantoajo ja säädön toiminta. Ohjelma sisältää myös analyysitilan, jossa voidaan kootusti tutkia kaikkia saatuja mittaustuloksia ja niiden perusteella määritellä jauhimen kunto.

PÄÄNÄYTTÖ		
ASIAKASTIEDOT	JAUHINTYYPPI	MITTAUSTAPA
<div> <div>Työnumero</div> <div>9999999999999999</div> <div>TYÖNUMEROHAKU</div> </div> <div> <div>Testaaja</div> <div>jyri</div> <div>KOPIOI MITTAUSTULOKSET</div> </div> <div> <div>UUSI TYÖNUMERO</div> </div> <div> <div>Yritys</div> <div></div> </div> <div> <div>Tehdas</div> <div></div> </div> <div> <div>Osasto</div> <div></div> </div> <div> <div>Asiakkaan positio</div> <div></div> </div> <div> <div>Valmistusnumero</div> <div></div> </div> <div> <div>Lisätietoja</div> <div></div> </div>	<div> <div>OptiFiner RF-0</div> <div>Mek. t. Punost.</div> </div> <div> <div>OptiFiner RF-1</div> <div>Mek. t. Punost.</div> </div> <div> <div>OptiFiner RF-2</div> <div>Mek. t. Punost.</div> </div> <div> <div>OptiFiner RF-3</div> <div>Mek. t. Punost.</div> </div> <div> <div>OptiFiner RF-4</div> <div>Mek. t. Punost.</div> </div> <div> <div>Jauhinasetukset</div> </div> <div> <div>Perusasetukset</div> </div>	<div> <div>TESTIAJO</div> </div> <div> <div>ÖLJYPUMPUN VIRT</div> </div> <div> <div>TYHJÄKÄYNTIAJO</div> </div> <div> <div>TUOTANTOAJ</div> </div> <div> <div>SÄÄDÖN TOIMINTA</div> </div> <div> <div>Analyytit</div> </div> <div> <div>Lopeta</div> </div>

Kuva 17 Päänäyttö

## 4.2 Testiajo

Testiajo on mittauksissa ensimmäisenä suoritettava varsinainen mittaus. Mittaus täytyy suorittaa jauhimen ollessa pysähdyksissä, että mittalaitteisto voisi vapaasti ohjata kuormituslaitteen moottoria.

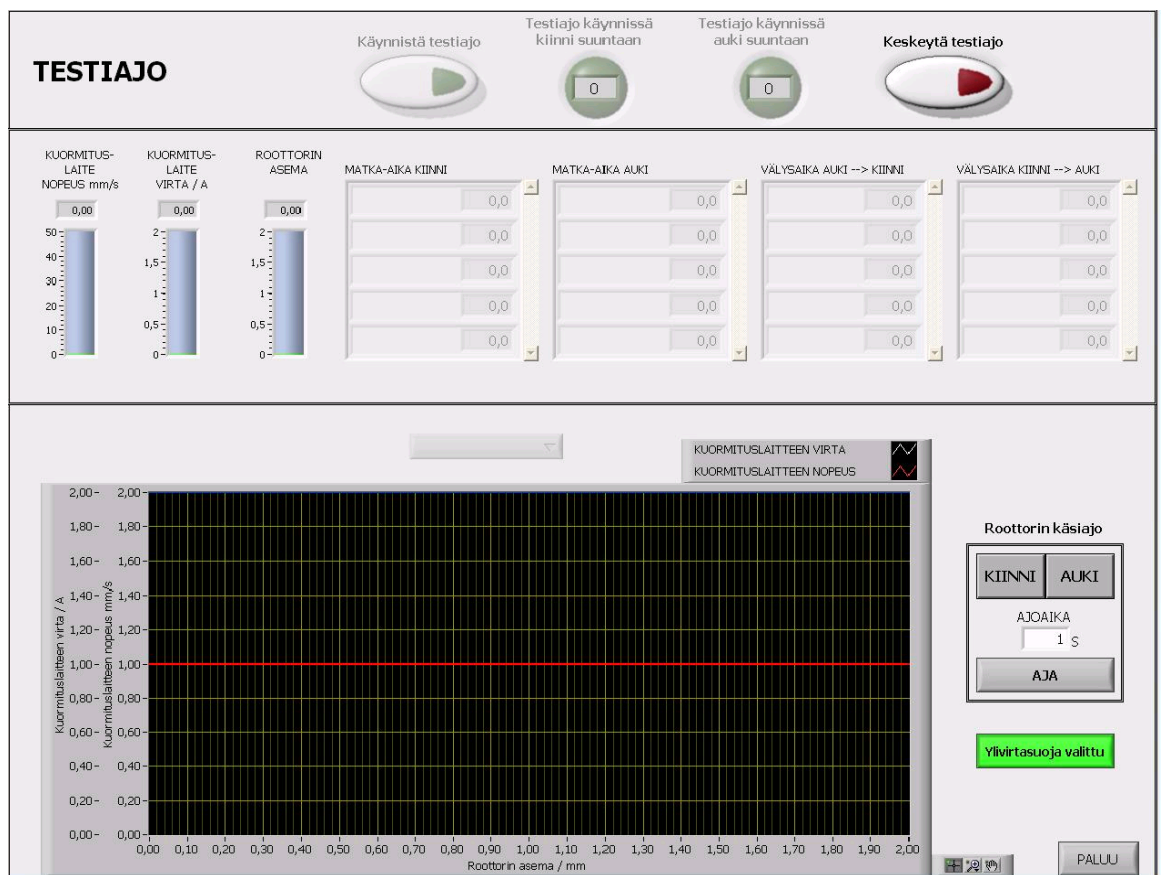
Ohjelma ajaa automaattisesti akselistoa edestakaisin useaan otteeseen ja mittaa samalla kuormituslaitteen virtaa, roottorin asemaa, roottorin liikenopeutta ja suunnanvaihdossa ilmeneviä välisaikoja.

Tällä testillä määritellään kuormituslaitteen, vaihteen, kuormituslaitteen moottorin ja akseliston liukupinnan kunto. Esimerkiksi jos liukupinta on rasvattu huonosti akselisto liikkuu vaihtelevalla nopeudella. Tämä voidaan todeta tuloksia analysoitaessa. Edelliseen ongelmaan voi olla useita muitakin syitä, ja tästä syystä ei koskaan voida luottaa vain yhteen mittaukseen vaan, on tehtävä koko analyysi.

Alla olevassa kuvassa (kuva 18) on mittausohjelman näyttö testiajon aikana. Ohjelma on tehty niin, että teräväli ei ikinä ole alle 0,3 mm.

Mittausta tekevä henkilö valvoo koko mittauksen ajan CP3-kotelon välittömässä läheisyydessä ja voi keskeyttää testin hätä-seis-painikkeella mikäli ilmaantuu ongelmia, esim. jos tietokone jumiutuu ja invertterin käynnistyskomento jää päälle.

Testiajomittaus kestää 10 minuuttia.



Kuva 18 Testiajo

### 4.3 Öljypumpun virta

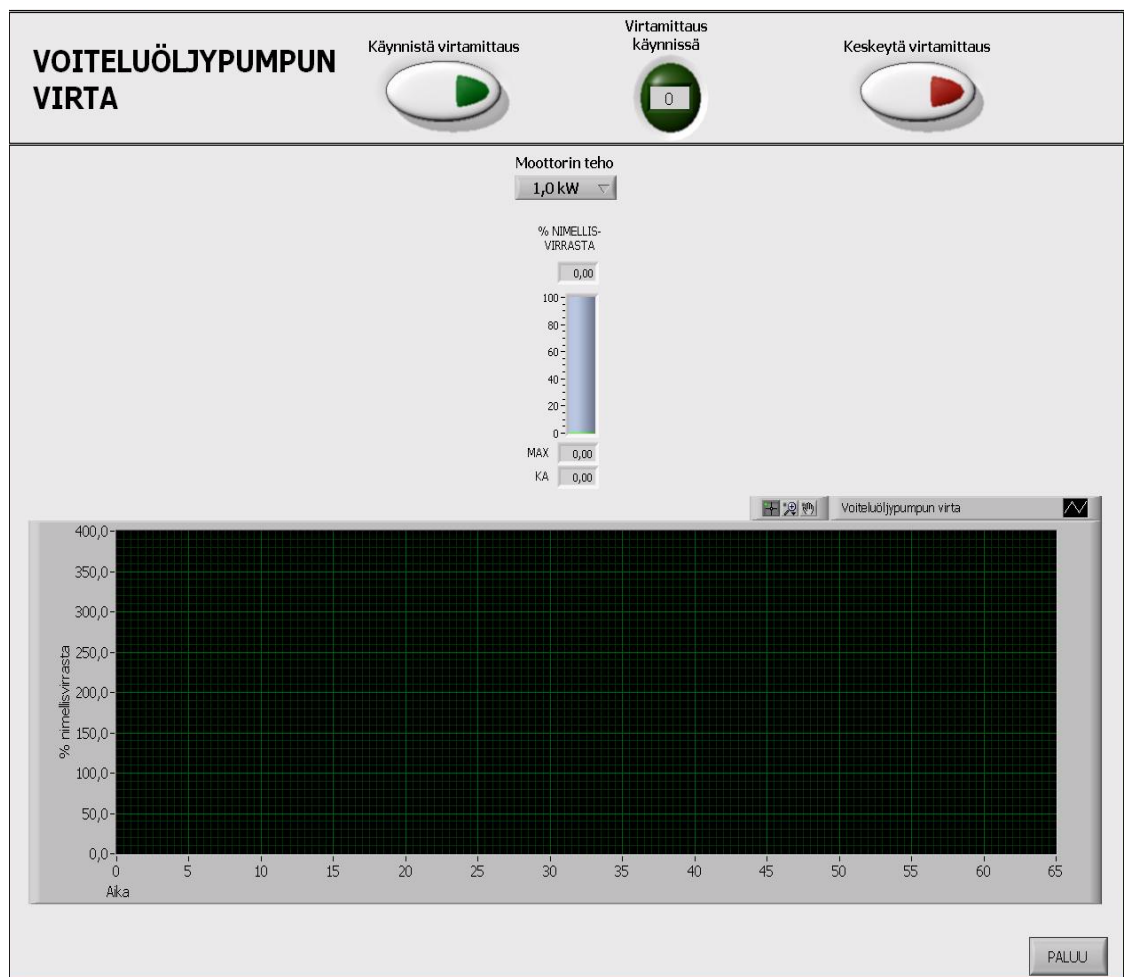
Öljypumpun virtamittauksessa jauhin on pysähdyksissä. Ainoastaan öljypumppu käy mittalaitteiston ohjaamana.

Tässä testissä tarkkaillaan öljypumpun moottorin virtaa. CP2 yksikön esittelyn yhteydessä mainittiin kytkin, jolla voitiin valita moottorinsuojakytkin kuormituslaitteen moottoria varten. Tämä sama asetusarvo pätee myös öljypumpun moottoriin eli kytkimellä valitaan sopiva moottorinsuojakytkin mittauksista varten. Mittauksen päätyttyä asetetaan CP2-yksiköltä muutettu arvo kytkimellä takaisin kuormituslaitteelle sopivaksi.

Mittauksia käytetään hyväksi voitelujärjestelmän kuntoa määriteltäessä. Voiteluöljyn vähyys tai pumppuvika voivat aiheuttaa virran vaihtelua.

Öljypumpun virtamittaus kestää yhden minuutin.

Alla olevassa kuvassa (kuva 19) on öljypumpun virtamittausnäyttö.



Kuva 19 Öljypumpun virta.

#### 4.4 Tyhjäkäyntiajo

Tyhjäkäyntiajo suoritetaan jauhimen päämoottorin käydessä. Terät ovat auki, ja massaa ei syötetä terille.

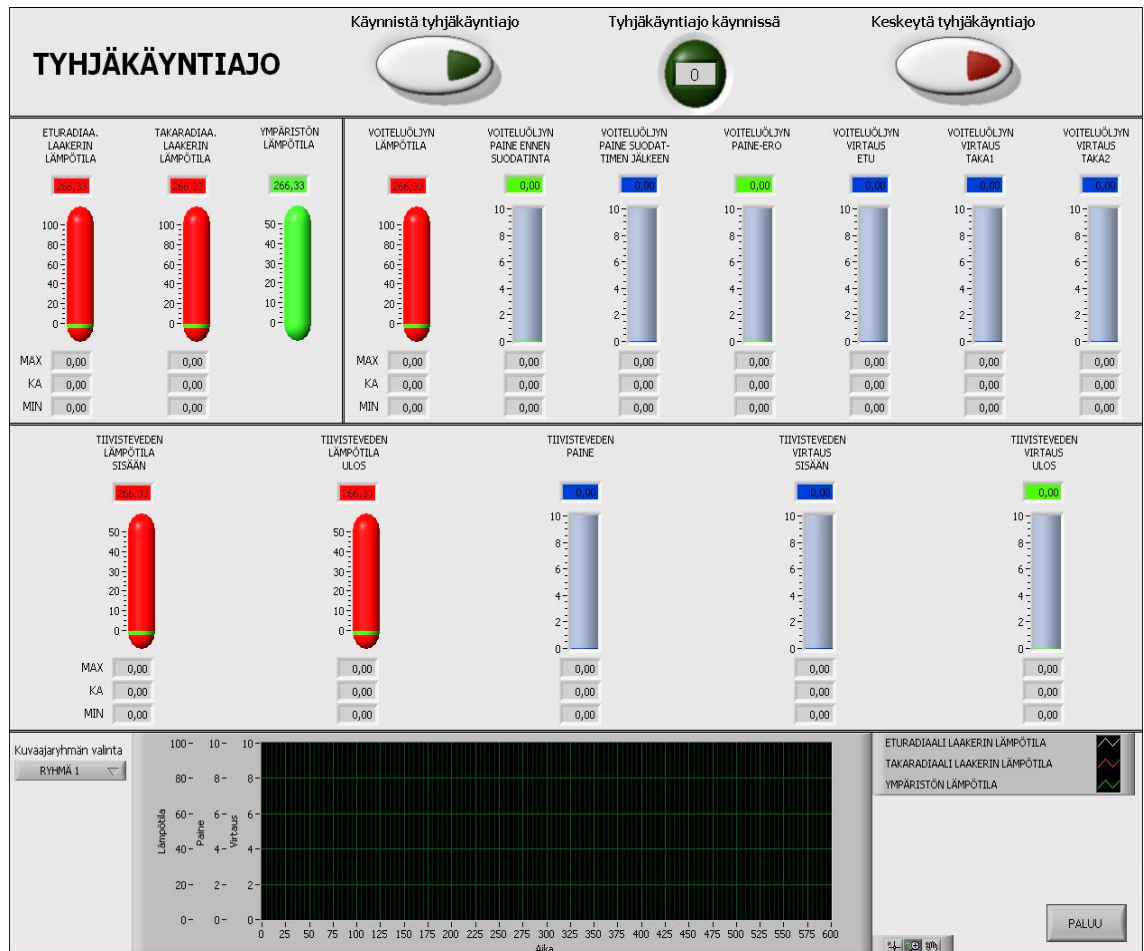
Tässä testissä mitataan huomattava määrä erilaisia suureita.

Mitattavat suureet ovat: ympäristön lämpötila, radiaalilaakereiden lämpötilat, voiteluöljyn lämpötila, voiteluöljyn paineet, voiteluöljyn virtaukset, tiivisteveden lämpötilat, tiivisteveden paine ja tiivisteveden virtaukset.

Tällä mittauksella voidaan mittaustulosten perusteella päätellä esimerkiksi liukurengastiivisteen kunto. Jos tulevan ja lähtevän tiivisteveden virtauksissa on suuri ero, niin tiiviste vuotaa ja on näin ollen huollettava.

Alla olevassa kuvassa (kuva 20) on tyhjäkäyntiajon mittaussnäyttö.

Tyhjäkäyntiajo kestää kymmenen minuuttia.



Kuva 20 Tyhjäkäyntiajon mittaussnäyttö.

## 4.5 Tuotantoajo

Tuotantoajo suoritetaan jauhimen ollessa normaalissa tuotannossa. Tässä testissä mittalaitteisto ei puutu jauhimen toimintaan, vaan pelkästään mittaa ja tallentaa tulokset.

Myös tässä testissä mitataan suuri määrä muuttujia. Mitattavat muuttujat ovat: ympäristön lämpötila, laakereiden lämpötilat, voiteluöljyn paineet, voiteluöljyn virtaukset, tiivisteveden lämpötilat, tiivisteveden virtaukset, tiivisteveden paine ja massan tulo- ja lähtöpaine. Tässä mittauksessa tarvitaan myös aiemmin mainittuja ulkoisia mittauksia. Järjestelmään syötetään manuaalisesti massan virtaus, massan sakeus ja päämoottorin teho.

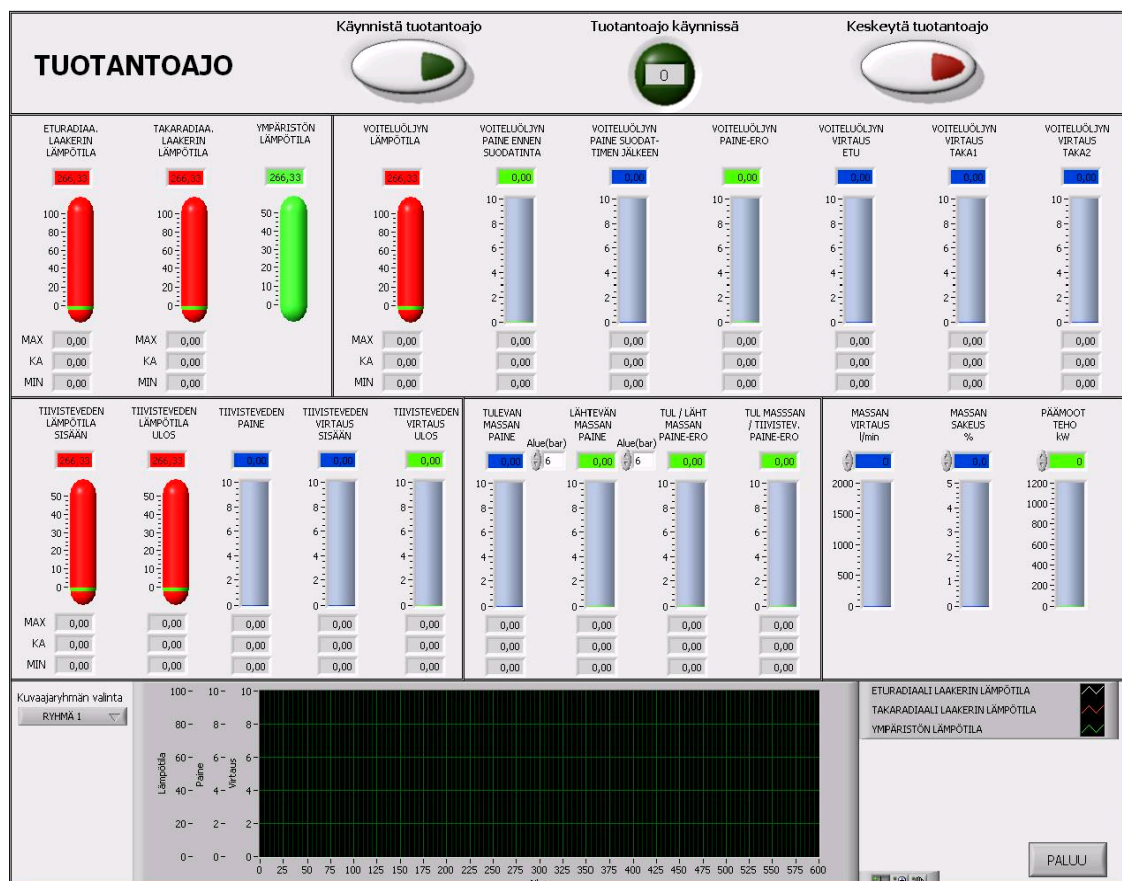
Tässä testissä tulevat ilmi ne viat, jotka eivät näy jauhimen ollessa tyhjäkäynnillä.

Laakereiden ja muun laitteiston lämmetessä voiteluöljyn viskositeetti muuttuu, metallirakenteet lämpölaajenevat ja erilaiset välykset muuttuvat. Tästä syystä tilanne on aivan erilainen kuin ajettaessa kylmää jauhinta tyhjäkäynnillä./4/

Esimerkiksi paremmin juokseva öljy voi ilmetä vuotona ja laakerit voivat ylikuumentua.

Tämä mittaus kestää kymmenen minuuttia.

Alla olevassa kuvassa (kuva 21) on tuotantoajon mittausnäyttö.



Kuva 21 Tuotantoajon mittausnäyttö.



#### 4.6 Säädön toiminta

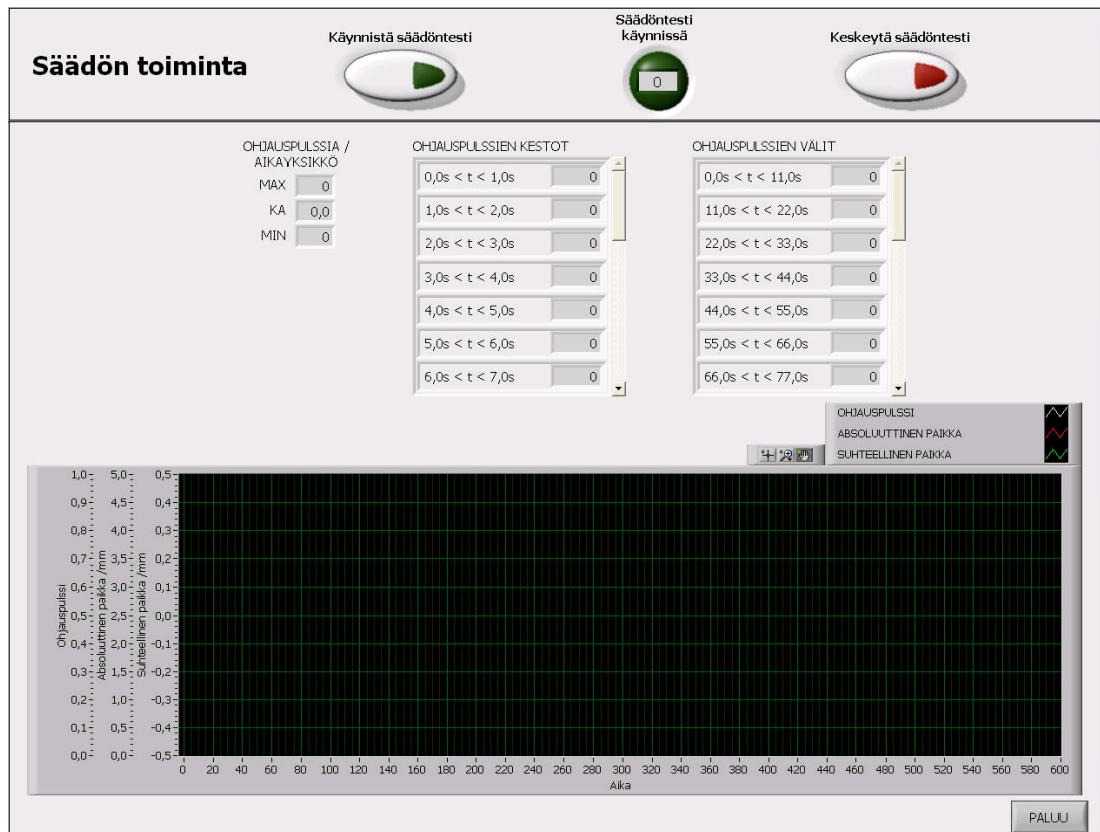
Jauhimen testeistä viimeinen on säädön toiminta. Tässä testissä ei puututa jauhimen toimintaan, vaan järjestelmä seuraa säädön toimintaa. Jauhin on tämän mittauksen aikana normaalissa tuotannossa. Jauhimissa on useita erilaisia säätö- ja seurantatapoja, mutta ne eivät vaikuta testin suorittamiseen, koska testi perustuu kuormituslaitteen virtamittaukseen.

Järjestelmä mittaa, kuinka usein kuormituslaitteen moottorille tulee ohjauspulssi ja kuinka kauan pulssi kestää. Ohjelma myös laskee pulssien määrän testin aikana ja vertaa niitä pulssin keston pituuteen. Tästä piirretään havainnollistava kaavio, josta näkee, kuinka monta pulssia on tullut ja kuinka kauan säätöpulssit ovat kestäneet./4/

Jauhimen toimiessa normaalisti, ja mikäli massan syötön määrää tai sakeutta ei muuteta, pitäisi säätöjä tapahtua hyvin harvakseltaan. Mikäli säätö toimii edellä mainitulla tavalla, automaatiojärjestelmä toimii niin kuin kuuluukin. Mikäli säätöä tapahtuu jatkuvasti, on säädössä tai jauhimessa vikaa.

Normaalitilassa ulkoisen muuttujan (massan sakeus tai määrä) muuttuessa kuuluisi automaattisäädön säätää teräväli nopeasti kohdalleen. Usein näin ei kuitenkaan käy, vaan järjestelmä ajaa edestakaisin muutaman kerran löytääkseen sopivan asetusarvon. Vikaantuneessa laitteistossa säätö toimii epäsäännöllisesti eikä välttämättä löydä oikeaa asetusarvoa ollenkaan.

Jauhimen toimiessa tällä tavalla massan tasalaatuisuus kärsii ja kuormituslaitteen käyttöikä lyhenee. Alla olevassa kuvassa (kuva 22) on säädön toiminnan mittausnäyttö. Tämä mittaus kestää yhden tunnin.





Kuva 22 Säädön toiminta.

## 5 KÄYTTÖÖNOTTO

### 5.1 Yleistä

Lähtöpisteenä oli laitteisto, jonka Metso oli suunnitellut ja tehnyt päähankinnat. Laitteisto oli keskeneräinen ja toiminta oli testaamatta. Suunnittelun ongelmat ja kokoonpanon virheet teettivät suurimman työn tämän projektin loppuunsaattamisessa. Käyttöönoton yhteydessä tälle kuntotestitestilaitteistolle tehtiin yksityiskohtainen käyttöohje, jolla laitteistoa tuntematon pystyy saattamaan laitteiston käyttökuntoon ja suorittamaan mittaukset matalasakeusjauhimelle.

### 5.2 Käyttöönoton ongelmat

Käyttöönoton teki erityisen hankalaksi se, että laitteisto oli jonkun muun suunnittelema, ja laitteisto oli koottu usealla eri taholla. Seuraavassa esitetään muutamia käyttöönotossa ilmenneitä vikoja ja ongelmia.

- Syötettäessä kalibraattorilla virtaviestiä analogisiin anturituloihin laitteisto ei osannut tulkita tulotietoa. Analogituloyksiköltä puuttuivat vastukset, jotka muuntavat virtaviestin jänniteviestiksi, ja tämä aiheutti vian.
- Syöttämällä kalibraattorilla virtaviestiä testilaitteiston antureiden ottoliittimiin voitiin selvittää laitteiston toiminta tältä osin. Tässä käyttöönoton osassa löytyi vikoja, jotka johtuivat virheellisistä anturikytkennöistä, virheellisistä kytkentäkuvista tai CP1-yksikön ohjelmaan syötettyjen arvojen vääristä skaaloista.
- Alussa laitteisto ei käynnistynyt, ja tämä johtui puuttuvista nollajohtimista CP2-yksiköllä. Tämän jälkeen laitteisto ilmoitti sähkökeskusvirheen, joka johtui viallisesta vääntökytkimessä.
- Optinen asemamittaus ei toiminut. Ongelma oli kytkennöissä. Anturin johtimet olivat kaavioissa väärin ja näin ollen myös kytketty väärin

Tässä vaiheessa laitteisto oli toimintakuntoinen, joten käyttöönoton lopullinen vaihe saattoi alkaa. Laitteisto kytkettiin toimivaan massalinjaan koekäyttötehtaalla ja testattiin toimiiko se todellisessa mittausympäristössään oikein.

- Invertteri ei vaihtanut moottorin pyörimissuuntaa ohjauksen mukaan. Vian aiheutti virheellinen kytkentä CP1-yksiköllä ja rikkinäinen tulo invertterillä. Ongelma korjaantui vaihtamalla invertterillä tuloa ja korjaamalla kytkentä.
- Testilaitteisto alkoi sammua satunnaisesti ja vika löytyi huonosta juotoksesta paneelitietokoneen sulakepesässä.

Suurin osa laitteiston toiminnallisista ongelmista johtui invertterin parametreista, joiden kohdalleen asettamisessa oli usean tunnin työ. Käyttöönoton invertteriongelmiin vuoksi päätettiin tehdä parametriluettelo, josta löytyy kaikki tarvittavat parametrit.

Käyttöönotossa ilmeni myös tarvetta muutoksille laitteiston käytön helpottamiseksi. Tässä muutamia mahdollisia muutoksia laitteistoon:

- Mittapalkki voitaisiin valmistaa alumiinista sen keveyden vuoksi
- Käytön helpottamiseksi voisi vaihtaa tietokoneen kosketusnäyttöliseksi.

## 6 ANALYSOINTI

Kaikkien mittausten suorittamisen jälkeen suoritetaan tulosten analysointi. Analysointi sisältää kaikkiaan 6 erilaista analysointia. Analysoinnin kohteita ovat: akseliston laakerit, voitelujärjestelmä, tiivistesijärjestelmä, kuormituslaite, säädön toiminta ja mittausolosuhteet. Mittausohjelma sisältää analysointiosion, jossa kaikkia mittauksia voidaan tarkastella kootusti. Tässä ohjelman tilassa voidaan myös tulostaa raportti tiedostoon tai paperille.

Analysointi on jaettu useaan eri kohtaan, jotta niitä voitaisiin tarkastella myös erillään. Analysointi tehdään toimistolla Metson asiantuntijan toimesta. Analysoinnin suorittamisen jälkeen asiakkaalle luovutetaan tulokset raporttimuodossa.

## 7 YHTEENVETO

Tämän työn tarkoitus oli esitellä lyhyesti laimeamassajauhinten toiminta ja niiden kunnonvalvontaan tarkoitettu mittalaitteisto. Mittausten kohteeksi valittiin matalasakeusjauhimet. Tätä työtä tullaan käyttämään sisäisessä koulutuksessa ja mahdollisesti myös esiteltäessä kuntoanalyysilaitteistoa asiakkaalle.

Mielestäni työ täytti kaikki asetetut tavoitteensa erinomaisesti. Perehtyminen jauhatukseen, mittalaitteistoon ja suorittamani käyttöönotto täyttävät päättötöiden tavoitteet erinomaisesti.

Laitteistolla on mielestäni tulevaisuudessa kysyntää, koska tällaista laitteistoa ei ole aikaisemmin ollut saatavilla. Laitteistosta tekee potentiaalisen se, että mittauksen kohdetta ei enää tarvitse pysäyttää kuin pieniksi hetkiksi kasattaessa ja purettaessa mittalaitteistoa. Joidenkin testien aikana jauhin ei ole käynnissä, mutta nämä testit kestävät alle 10 minuuttia.

Tämä mittalaitteisto on Metson oma työkalu ja siitä ei tule kaupallista myyntituotetta. Laitteiston kehitystyö jatkuu edelleen ja laitteistolle pyritään löytämään uusia sovelluskohteita.

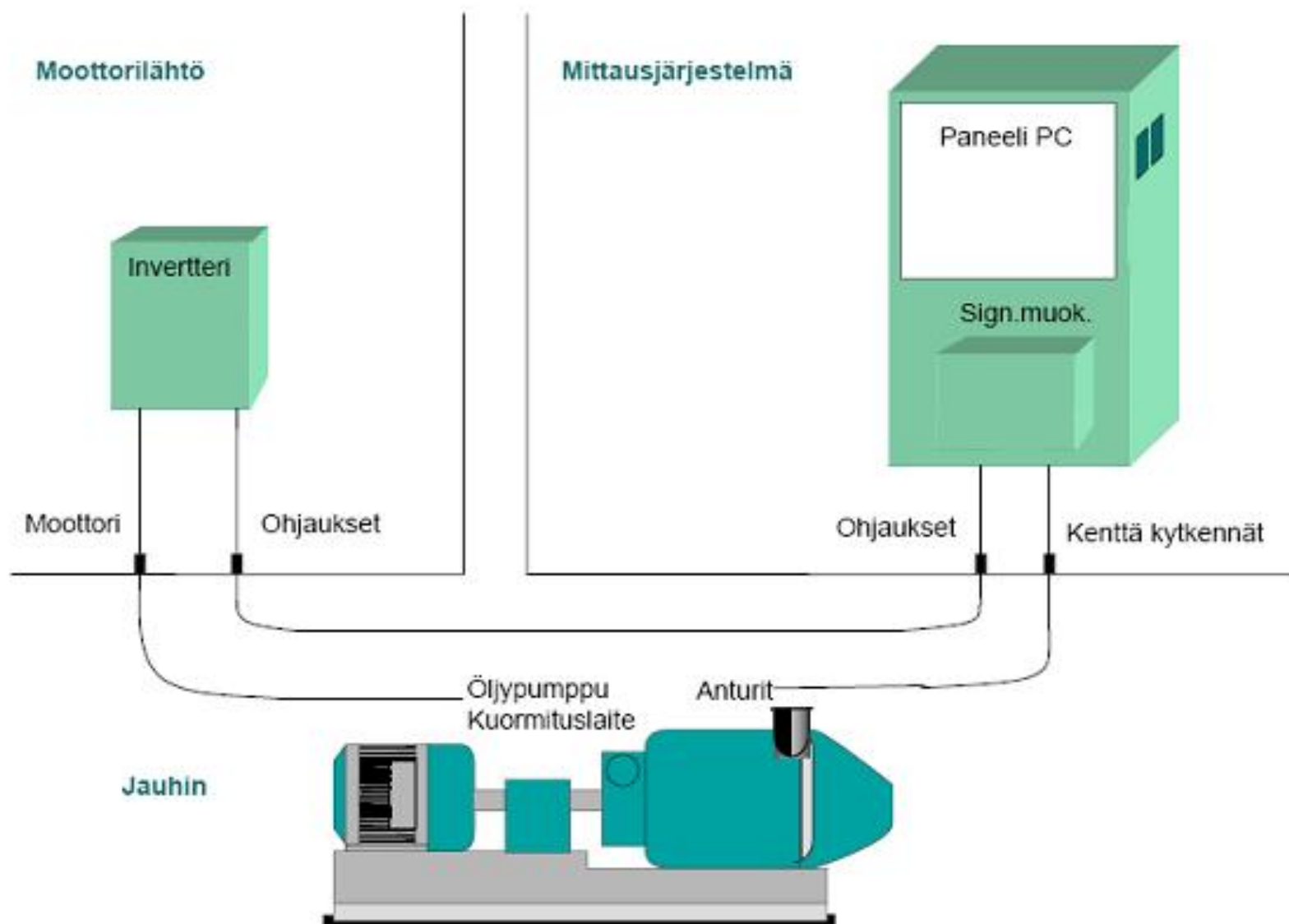
## LÄHDELUETTELO

1. Lumiainen J., Seminaariesitelmä, INSKO-koulutusseminaari, 1990.
2. Halla J., Conflo-jauhimen huolto- ja käyttöohje, Metson sisäinen julkaisu, 1999
3. Olkinuora J., Insinöörityö projektin raportoinnin kehittäminen toimitusprojektissa Tampereen ammattikorkeakoulu 2000
4. Keskustelut Metso Paper Valkeakoski Oy:n henkilökunnan kanssa  
Harju J. Servicen vanhempi tuotepäällikkö  
Kuttila R. Servicen tuotepäällikkö

## LIITTEET

Liite 1	Testausjärjestelmän periaatekuva
Liite 2	Jauhinasetukset näyttö
Liite 3	Perusasetukset näyttö - Testiajo
Liite 4	Perusasetukset näyttö - Tyhjäkäyntiajo
Liite 5	Perusasetukset näyttö - Tuotantoajo
Liite 6	Perusasetukset näyttö - Säädön toiminta
Liite 7	Perusasetukset näyttö - Voiteluöljypumpun virta
Liite 8	Perusasetukset näyttö - Laseranturin kalibrointi
Liite 9	Perusasetukset näyttö - Yleiset

Liite 1



JAUHINASETUKSET		Lisää jauhintyyppi Poista jauhintyyppi		Jauhintyyppi OptiFiner RF-0 / mek. t. ▼
Roottorin liikenopeus mm/s, MAX / MIN	<input type="text"/>	<input type="text"/>	TALLENNA	
Eturadiaalilaakerin lämpötila °C, MAX	<input type="text"/>			
Takaradiaalilaakerin lämpötila °C, MAX	<input type="text"/>			
Voiteluöljyn paine suod. jälkeen kPa, MAX / MIN	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
Voiteluöljyn virtaus l/min, MIN	<input type="text"/>			
Voiteluöljyn lämpötila °C, MAX	<input type="text"/>			
Tiivisteveden paine kPa, MIN	<input type="text"/>			
Tiivisteveden virtaus sisään l/min, MIN	<input type="text"/>			
Tiivisteveden lämpötila sisään °C, MAX	<input type="text"/>			
Tiivisteveden lämpötila ulos °C, MAX	<input type="text"/>			
Tulevan massan paine kPa, MAX / MIN	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
Massan virtaus l/min, MIN	<input type="text"/>			
Sakeus %, MAX / MIN	<input type="text"/>	<input type="text"/>	PALUU	
Säädön toiminnan virtaraja % mittausalueesta	<input type="text"/>			



PERUSASETUKSET			
Voiteluöljypumpun virta	Laseranturin kalibrointi	Yleiset	
Testiajo	Tyhjäkäyntiajo	Tuotantoajo	Säädön toiminta
Edestakaisten ajojen määrä / kpl (5kpl)	<input type="range"/>		
Ajon pituus / mm (30mm)	<input type="range"/>		
Ajoviive / s	<input type="range"/>		
0-kohdan paikka / mm (0,3mm)	<input type="range"/>		
Taajuusmuuttajan nopeusohje / Hz (10Hz)	<input type="range"/>		
Etäisyysmittauksen hystereesi / $\mu\text{m}$	<input type="range"/>		
Minimi hyväksyttävä liike / sekunti (mm)	<input type="range"/>		
		TALLENNA	PALUU

PERUSASETUKSET			
Voiteluöljypumpun virta		Laseranturin kalibrointi	
Yleiset			
Testiajo	Tyhjäkäyntiajo	Tuotantoajo	Säädön toiminta
<p>Testauksen kokonaiskesto / min (10min) <input type="range"/></p> <p>Keskeytyksen maksimi pituus / min (1min) <input type="range"/></p>			
		<div>TALLENNA</div> <div>PALUU</div>	

PERUSASETUKSET			
Voiteluöljypumpun virta		Laseranturin kalibrointi	
Yleiset			
Testiajo	Tyhjäkäyntiajo	Tuotantoajo	Säädön toiminta
<p>Testauksen kokonaiskesto / min (10min) <input type="checkbox"/></p> <p>Keskeytyksen maksimi pituus / min (1min) <input type="checkbox"/></p>			
<div>TALLENNA</div> <div>PALUU</div>			

# PERUSASETUKSET

Voiteluöljypumpun virta

Laseranturin kalibrointi

Yleiset

Testiajo

Tyhjäkäyntiajo

Tuotantoajo

Säädön toiminta

Testauksen kokonaiskesto / min (60min)

Pulssien laskenta-aika / s (60s)

Keskeytyksen maksimi pituus / min (1min)

Pulssien väliajat

Lisää

Muokkaa

Poista

Pulssien pituudet

Lisää

Muokkaa

Poista

TALLENNA

PALUU

PERUSASETUKSET											
Testiajo	Tyhjäkäyntiajo	Tuotantoajo	Säädön toiminta								
Voiteluöljypumpun virta	Laseranturin kalibrointi		Yleiset								
Testauksen kokonaiskesto / s (30s)	<input type="text"/>										
Tallennuksen "ennakko" aika / s (5s)	<input type="text"/>										
Keskiarvon laskennan aloituspiste / % In	<input type="text"/>										
Taajuusmuuttajan nopeusohje / Hz (50Hz)	<input type="text"/>										
<table border="1"><thead><tr><th>Moottorin teho</th><th>Nimellisvirta</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2" rowspan="4"></td></tr><tr></tr><tr></tr><tr></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>		Moottorin teho	Nimellisvirta							<div>Lisää</div> <div>Muokkaa</div> <div>Poista</div>	
Moottorin teho	Nimellisvirta										
		<div>TALLENNA</div> <div>PALUU</div>									

# PERUSASETUKSET

Testiajo

Tyhjäkäyntiajo

Tuotantoajo

Säädön toiminta

Voiteluöljypumpun virta

Laseranturin kalibrointi

Yleiset

Mittausarvo

Tod. arvo



Lisää

Mittausarvo	Tod.arvo

Muokkaa

Poista



PERUSASETUKSET				
Testiajo	Tyhjäkäyntiajo	Tuotantoajo	Säädön toiminta	
Voiteluöljypumpun virta		Laseranturin kalibrointi		Yleiset
Mittaustulosten tallennus hakemisto		<input type="text"/>		
Mittaustulosten kopiointi hakemisto		<input type="text"/>		
<div>TALLENNA</div> <div>PALUU</div>				